



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anssi Vesiluoma

KESKUSLÄMMITYSKATTILAN SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne
2013

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Anssi Vesiluoma
Opinnäytetyön nimi	Keskuslämmityskattilan suunnittelu
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	53 + 2 liitettä
Ohjaaja	Matti Makkonen

Tämä opinnäytetyö tehtiin Veljekset Ala-Talkkari Oy:lle. Työn lähtökohta on valmistaa robottihitsaustekniikkaa käyttäen lämmityskattila. Kattilan koko on 25 kW... 35 kW ja siihen voidaan integroida optiona lämminvesivaraaja. Tavoitteena suunnitteluprosessissa on saada aikaan toisaalta massatuotantokelpoinen, modernin tietokoneohjatun robottihitsausteknologian avulla edullisesti tuotettu sekä kestävä tuote, joka muuntuu joustavasti loppukäyttäjäsegmentin tarpeita kokonaisvaltaisesti vastaavaksi lopputuotteeksi.

Kattilan suunnitteluprosessissa, joka on siis ylivoimaisesti suurin osakokonaisuus, on useita alan viimeisintä teknistä tietämystä vaativia kohteita. Loppukäyttäjäsegmentin reaali-prosessia ajatellen huomioidaan se, että kattilasta pyritään tekemään myös tätä prosessia ajatellen joustava tuote, joka vastaa loppukäyttäjäsegmentin tarpeisiin koko teknis-taloudellisen elinkaarensa ajan mahdollisimman edullisesti. Tämä lähtökohta huomioiden päädytään tuotteeseen, joka on elinkaarensa aikana muunneltavissa loppukäyttäjän muuttuviin tarpeisiin. Eräänä esimerkkinä on asettaa haaste kattilateknologia-alan markkinajohtajien viitoittamalle tielle valmistamalla kattilasta polttoaineen syöttösuunnan kannalta neutraali. Moderneilla materiaaleilla sekä edellä mainituilla prosesseilla kyetään täysautomaattisen modernin robottihitsausteknologian avulla valmistamaan kattila, joka voidaan loppukäyttäjän toimesta muuntaa niin oikea- kuin vasenkätiseen laitteistokonfiguraatioon. Tämä helpottaa merkittävästi loppukäyttäjän suunnittelu- ja rakentamisprosessia sekä osaltaan nopeuttaa käyttöönottovaihetta.

Avainsanat	lämmityskattila, suunnittelu, hitsaus, solid edge
------------	---

ABSTRACT

Author	Anssi Vesiluoma
Title	Design of heating furnace
Year	2013
Language	Finnish
Pages	53 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Matti Makkonen

This thesis was made for Veljekset Ala-Talkkari Ltd. The purpose of the thesis was to produce to produce an enhanced, high output integrated burner using modern state of the art computer aided technology. The output of the unit is in the order of the 25...35 kW and there is an optional high efficiency boiler unit. The primary objective was to achieve a unit which can be mass produced with modern computer aided state of the art welding technology and on the other hand a very robust product which is flexible enough in order to adjust into to the requirements of the end user.

The burner/boiler design process includes various details which require the very best knowledge of the leading edge technologies utilized. Regarding the end user's own process the product should be flexible enough, adapting in a feasible way to the end user's changing requirements during its whole designed life cycle. One major challenge was to set a benchmark to the high end markets defined by the global major players. With advanced materials and know how as well as utilizing the processes discussed above, especially the computer automated welding processes it was possible to produce a burner/boiler unit which adapts to the end user's requirements. The end user can adapt this product in his various fuel cycle needs as this unit is horizontally neutral design. It adapts to the right or left hand configuration on site. This is a remarkable benefit for the end user as it allows a feasible design and construction process and in its part allows easier commissioning phase.

Keywords	burner,	design,	welding,	solid	edge
----------	---------	---------	----------	-------	------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT	6
1 JOHDANTO.....	7
2 TUOTTEET.....	8
2.1 Lämmityskattilat	8
2.1.1 Stokerikattila.....	8
2.1.2 Yläpalokattilat.....	9
2.1.3 Alapalokattilat.....	10
2.1.4 Kaksoispesäkattila	11
2.2 Syöttölaitteet	11
2.2.1 Veto-Talkkari.....	11
2.2.2 Veto-Mat.....	12
2.2.3 Turvehakemaatti	13
2.2.4 Veto 6.....	14
2.2.5 Veto 8.....	14
2.2.6 Jousipurkain	15
2.3 Lämmityskontit.....	16
2.4 Lumilingot ja hiekoittimet	16
2.5 Koneistus	18
3 KESKUSLÄMMITYSKATTILA.....	19
3.1 Keskuslämmityskattilaryhmät	21
3.1.1 Alapalokattila.....	21
3.1.2 Yläpalokattila.....	23
3.1.3 Käänteispalokattila.....	24
3.2 Kattilan tehon valinta.....	25
4 SOLID EDGE.....	28
5 MIG-HITSAUS	29
5.1 MISON®-suojakaasut	33
5.1.1 MISON®-suojakaasun toiminta	33

5.1.2	MISON® 18	35
6	LÄMMITYSKATTILAN PROTOTYYPIN SUUNNITTELU JA MITOITUKSET	36
6.1	Raaka-aineen valinta.....	36
6.2	Suunnittelupaine	37
6.3	Suunnittelulämpötila (SFS 2863).....	37
6.4	Laskentalujuus (SFS 2033).....	39
6.5	Muovausvara.....	40
6.6	Ohenemisvara	41
6.7	Seinäpaksuudet	41
7	KATTILAN MALLINTAMINEN JA VALMISTUS.....	43
8	YHTEENVETO	52
	LÄHTEET.....	53
	LIITTEET	

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa 2013 keväällä. Työ on tehty Veljekset Al-Talkkari Oy:lle, joka sijaitsee Lapuan Hellanmaassa.

Valvojana työssä toimi suunnittelupäällikkö Markku Finni, jota kiitän asiantuntevasta palautteesta ja opastuksesta. Koulun puolelta ohjaajana toimi yliopettaja Matti Makkonen, jota kiitän myös neuvoista sekä palautteesta opinnäytetyön eri vaiheissa.

Lopuksi kiitän myös kaikkia tahoja, jotka olivat mukana projektin toteutuksessa.

Ylihärmässä 4.6.2013

Anssi Vesiluoma

1 JOHDANTO

Veljekset Ala-Talkkari Oy on vuonna 1955 perustettu metallialan perheyritys. Yrityksen ovat perustaneet Eero ja Jussi Ala-Talkkari, jotka aloittivat toimintansa Ylihärjän Kankaankylässä. Alussa tuotannossa oli erilaisia maatalouskoneita ja heti alkuvaiheessa alkoi myös keskuslämpökattiloiden valmistus. Kattiloissa tuotettiin lämpöä lähinnä puuklapeilla ja sahanpurulla. Vuosien kuluessa yrityksen tuotteet ovat vaihdelleet sekä toiminta ja toimitilat laajentuneet. Lämmitysjärjestelmät ovat pysyneet tuotannossa ja kehittyneet yrityksen koko olemassaolon ajan. Tällä hetkellä yritys on merkittävä valmistaja pohjoismaissa ja toimintaa kehitetään ja jatketaan samalla vakaalla tavalla perheyrittäjyyteen nojautuen. Yritys valmistaa kiinteän polttoaineen polttolaitteita, keskuslämmityskattiloita, lumilinkoja sekä hiekoittimia. Myös alihankintakoneistus kuuluu toimenkuvaan (Veljekset Ala-Talkkari 2010).

2 TUOTTEET

Veljekset Ala-Talkkari Oy on lämmitysjärjestelmien asiantuntija, jolla on yli 50 vuoden kokemus alalta. Päätuotteita ovat keskuslämmityskattilat sekä kiinteän polttoaineen syöttölaitteet. Lämmitysjärjestelmät soveltuvat omakotitalon lämmittämisestä suurten kiinteistöjen lämmitykseen (mm. maatilat ja teollisuusrakennukset). Tuotteisiin kuuluvat myös ympäristönhoitokoneet sekä alihankintakoneistus erilaisille asiakasryhmille. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).

2.1 Lämmityskattilat

Veljekset Ala-Talkkari Oy valmistaa VETO – tuotenimikkeellä kiinteänpolttoaineen keskuslämmityskattiloita 30 kW:sta aina 990 kW:iin saakka. Kattilat valmistetaan tilausten pohjalta ja ne kulkevat tuotannossa tilaajan nimen mukaan. Kattilat varustellaan asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Niiden kätisyys määritetään, kuten myös mahdollisuus käyttövesikierukkaan (mallikohtainen), sekoitusventtiiliin sekä erilaisiin turvallisuuteen liittyviin komponentteihin. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).

2.1.1 Stokerikattila

VETO-stokerikattilat ovat tehokkaita, taloudellisia, helppokäyttöisiä ja ympäristöystävällisiä keskuslämmityskattiloita, jotka on suunniteltu erityisesti kiinteän polttoaineen (mm. hake, turve, pelletti) biopolttimien kanssa toimiviksi. Kokonaisuudessa eri kiinteän polttoaineen lämmityskattiloita on 13 kpl: 30 kW, 60 kW, 75 kW, 80 kW, 100 kW, 120 kW, 150 kW, 220 kW, 250 kW, 300 kW, 400 kW, 500 kW ja 990 kW. VETO-stokerikattiloissa käytetään oikeaoppista pystykonvektiota joka pidentää kattilan puhdistusväliä (**Kuva 1.**). Kattilan suuri

tulipesä on suunniteltu biopolttoaineita varten. Monipuoliset luukut ja yhteet mahdollistavat monenlaisia asennusvaihtoehtoja. Kattiloihin on saataville kiinteä- sekä liikkuva-arinaisia palopäitä. Veto-lämmityskattiloihin on saatavilla useita erilaisia käyttöä helpottavia lisävarusteita, kuten tuhkaruuvi, tuhkalaatikko, sulkusyötin, lambda ohjattu ohjauskeskus, automaattinuohous, savukaasusykloni, savukaasupuhallin, GSM-hälytys ja automaattisyytys. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 1. Stokerikattila 400kW

2.1.2 Yläpalokattilat

Veto C-30 ja Veto K-30 ovat yläpaloperiaatteella toimivia kiinteän polttoaineen kattiloita (**Kuva 2.**). Kattilat on suunniteltu pääasiassa omakotitalojen ja pienkiinteistöjen lämmityksiin. Ne toimivat kotimaisilla polttoaineilla. Tilava varastopesä mahdollistaa jopa 50 cm pituisten polttopuiden käytön. Kattila on helppo nuohota suurten luukkujen ansiosta. Rakenteesta johtuen kattilan virtausvastus on pieni, mikä mahdollistaa toimivuuden matalallakin savupiipulla. (Veljekset Ala-Talkkari 2010)



Kuva 2. Veto C-30-yläpalokattila

2.1.3 Alapalokattilat

Yksipesäiset VETO-alapalokattilat omaavat perinteisen alapalokattilan hyvät käyttöominaisuudet. Veto-alapalokattiloita valmistetaan kahta mallia, B-28 kW ja B-40 kW (**Kuva 3.**). Arina on vankkaa valurautaa ja kestää hyvin arkisen käytön. Täysleveiden luukkujen ansiosta täyttö ja puhdistus on helppoa. Tulen sytyttäminen on nopeaa ja yksinkertaista. Päältä täytettävä varastopesä voidaan täyttää ylös asti. Käytettäviä polttoaineita ovat klapit, hake, puu, turve briketti sekä pelletti.

Kattilat valmistetaan normaalisti seostetusta säänkestävästä teräslevystä, mutta vaihtoehtoisesti erikoistilauksesta voi valita haponkestävän materiaalin. Kattiloiden monikäyttöisyyttä lisää se, että ne soveltuvat stokerikäyttöön erittäin hyvin. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 3. Veto B-28-alapalokattila

2.1.4 Kaksoispesäkattila

Veto BK 28 kW on kiinteän polttoaineen kattila, joka toimii tarvittaessa myös öljyllä (**Kuva 4.**). Päältä täytettävä kiinteän polttoaineen varastopesä voidaan alapaloisen polttoperiatteen vuoksi täyttää ylös asti erilaisilla polttoaineilla, kuten klapeilla, hakkeella, purulla ja palaturpeella. Öljykäyttöön siirtyminen tapahtuu helposti, koska kattilassa on erillinen öljypesä. Varalämmitysjärjestelmäksi on mahdollista liittää myös sähkö. Kattila soveltuu hyvin stokerikäyttöön tilavan kiinteän polttoaineen varastopesän ja tilavan tuhkatilan vuoksi. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 4. Veto BK-kaksoispesäkattila 28 kW

2.2 Syöttölaitteet

Ala-Talkkarin syöttölaitteissa ja lämpökeskuksissa yhdistyvät toimintavarmuus ja turvallisuus. Syöttölaitteiden valikoima koostuu kuudesta eri tuotteesta; Veto-Talkkari, Veto-Mat, Turvehakemaatti, Veto 6, Veto 8 sekä jousipurkain. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).

2.2.1 Veto-Talkkari

Veto Talkkari on 20 kW:n kiinteiden polttoaineiden syöttölaite, joka voidaan asentaa useimpiin suomalaisiin lämmityskattiloihin (**Kuva 5.**). Pienen kokonsa ansiosta Veto-Talkkari voidaan asentaa pieniin ja ahtaisiin tiloihin. Veto Talkkari lämmittää tehotarpeen mukaan ja palamisesta huolehtii Ala-

Talkkarin relepohjainen VT5400-ohjauskeskus. Veto-Talkkaria on saatavana sekä 200 litran että 450 litran säiliöllä. Tilava polttoainesilo on turvallinen ja helppo täyttää.. Hallitun palamistapahtuman seurauksena kattilan nuohoustarve ja tuhkan muodostuminen on vähäistä. Polttoaineena voidaan käyttää turvetta, pellettiä sekä kuivaa oksatonta haketta. Veto Talkkari mahdollistaa myös kiinteän polttoaineen ja öljyn rinnakkaiskäytön. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 5. Veto-Talkkari 20kW

2.2.2 Veto-Mat

Veto-Mat on tarkoitettu ensisijaisesti omakotitalojen ja muiden pienkiinteistöjen lämmitykseen (**Kuva 6.**). Veto-Matin säiliötilavuus on 500 litraa ja poltin on 40 kW. Polttimen saa myös liikkuva-arinaisena. Säiliön alaosassa on syöttösuunta valittavissa ja järeä syöttöruuvi asennetaan suoraan kulmavaihteeseen. Koko pohjan peittävä sekoitinlautanen on jyrkässä kulmassa syöttöruuviin nähden. Tämä takaa sen, että huonompilaatuisempikin polttoaine painautuu syöttöruuvia vasten. Tällöin polttoaineen syöttö on tasaista ja säiliö tyhjenee täydellisesti. Ohjauskeskus ohjaa poltinta automaattisesti kattilatermostaatin käskyjen mukaan. Ohjaustaulusta voidaan säätää polttimen teho- ja viretuliasetukset. Puhaltimen erilliskäyttö ja ruuvin eteen- ja taaksepäin-pyöritys on myös mahdollista. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 6. Veto-Mat 40 kW

2.2.3 Turvehakemaatti

Veto Turvehakemaatti on 40 - 120 kW: kiinteiden polttoaineiden syöttölaite, joka on suunniteltu ensisijaisesti pienten ja keskisuurten kiinteistöjen lämmitykseen (Kuva 7.). Polttoainesäiliön vakio-osa on 1 m³ ja tilavuutta voidaan lisätä erilaisilla jatkosiiloilla. Jatkosiilovaihtoehtoja ovat; suora jatkosiilo 1 m³, sivusta täytettävä jatkosiilo 3 m³ ja etukuormajalla täytettävä jatkosiilo 1,75 m³. Polttoaineiksi sopivat hake, palaturve sekä pelletti. Polttimeksi voidaan valita 40 kW, 60 kW, 80 kW tai 120 kW. Kaikki polttimet saa myös liikkuva-arinaisena. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 7. Veto Turvehakemaatti

2.2.4 Veto 6

Veto 6 on tarkoitettu keskisuurten kiinteistöjen lämmitykseen (**Kuva 8**). Perusosa on 2 m³:n siilo ja jatkosiiloja on saatavana kahta eri kokoa, 2 m³ ja 4 m³. Polttimeksi voi valita 40 kW, 60 kW, 80 kW tai 120 kW. Kaikki poltinvaihtoehdot ovat saatavilla myös liikkuva-arinaisena. (Veljekset Alakari 2010).



Kuva 8. Veto 6

2.2.5 Veto 8

Veto 8 on suunniteltu keskisuurten kiinteistöjen lämmitykseen (**Kuva 9**). Veto 8:n polttoainesiilon koko on vakio 8 m³. Säiliön muotoilu mahdollistaa suuren täyttötilavuuden lisäksi myös matalan täyttökorkeuden. Veto 8 polttimeksi voidaan valita 40 kW, 60 kW, 80 kW tai 120 kW. Kaikki poltinvaihtoehdot ovat saatavilla myös liikkuva-arinaisena. (Veljekset Alakari 2010).



Kuva 9. Veto 8

2.2.6 Jousipurkain

Jousipurkain on tarkoitettu pääasiassa keskikokoisten ja suurten kiinteistöjen syöttölaitteeksi (**Kuva 10.**). Jousipurkainta on saatavilla kahta eri vaihtoehtoa; säiliöllistä suorasyöttöistä jousipurkainta tai sulkusyöttimellä varustettua jousipurkainta. Suorasyöttöiseen purkaimeen kuuluu aina 16-22 m³ kokoinen ilmatiivis säiliö. Veto Jousipurkaimeen on saatavana lisävarusteena myös 80 - 640 kW liikkuva-arinaisen polttimen. Sulkusyöttimellä varustettu jousipurkain voidaan asentaa esimerkiksi hakevaraston pohjalle. Hakevaraston pohjapinnan muoto ja suuruus voi vaihdella 2-5 m. Siilon 15-100 m³ tilavuus mahdollistaa pitkät täyttövälit. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 10. Jousipurkain

2.3 Lämmityskontit

Veljekset Ala-Talkkarin lämmityskontit tehdään yhteistyössä naapuriyrityksen Magakoneen kanssa. Megakone rakentaa konttien rungon alihankintana ja kontit varustellaan Veljekset Ala-Talkkarilla. Lämmityskontteja myydään kolmella päänimikkeellä; AgriCont, MaxiCont ja MegaCont (**Kuva 11.**). Kontteja on yleensä kuutta eri teholuokkaa. Lämmityskattilan koot vaihtelevat 30 kW:sta aina 990 kW:iin saakka. Lämmityskontteihin on mahdollista ostaa kattava määrä erilaisia käyttöä helpottavia lisävarusteita ja turvallisuutta parantavia sekä hyötysuhdetta helpottavia lisävarusteita. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 11. MaxiCont

2.4 Lumilingot ja hiekoittimet

Veljekset Ala-talkkarin valmistamiin traktorikäyttöisiin lumilinkovalikoimiin kuuluu erilaisia v-linkoja sekä poikittaisruuvilinkoja. V-lingoissa on kaksi vaihtoehtoista lumen syöttötapaa; lapa- ja ruuvisyöttö. V-lingon voi valita yhdellä tai kahdella lumitorvella. Poikittaisruuvilingot on varustettu aina ruuvisyötöllä (**Kuva 12.**). Poikittaisruuvilinkoa saa vain yksitorvisena. Ala-Talkkarin valmistamat hiekoittimet ovat tarkoitettu teiden ja pihojen hiekoittamiseen (**Kuva 13.**). Hiekoittimia on saatavilla kolmea eri mallia; SL800, SL1300 ja SL 1320. SL1300-hiekoitin saadaan itselastaavaksi lisävarusteena myytävällä

täyttösynterillä. Täyttö tapahtuu hiekkakasaan peruuttamalla. Hiekoittimen käyttövoima otetaan traktorin hydraulikasta. Levitysmäärän portaaton säätöä varten on hydraulinen säätöventtiili sekä mekaaninen säätö. (Veljekset Al-Talkkari 2010).



Kuva 12. Lumilinko



Kuva 13. Hiekoitin

2.5 Koneistus

Veljekset Ala-Talkkari hoitaa myös koneistusta. Lähes kaikki omiin tuotteisiin koneistettavat osat valmistetaan itse (**Kuva 14.**). Vain erikoistyökaluja vaativia osia ei tehdä itse. Koneistus tekee kuitenkin pääasiassa alihankintaa. Suurimpia asiakkaita ovat Maaseudun Kone Oy, Junkkari Oy sekä Avant Techno Oy. (Veljekset Ala-Talkkari 2010).



Kuva 14. Koneistamon robottisolu

3 KESKUSLÄMMITYSKATTILA

Keskuslämmityskattiloiksi kutsutaan kattiloita, joissa tuotettu lämpöenergia siirretään kattilasta eteenpäin veden, höyryn, ilman tai muun väliaineen avulla. Kattilan tarkoitus on sulkea polttoaineen palamistapahtuma, korkea lämpötila ja savukaasu rasi- tusta kestävä-ään tilaan ja antaa polttoaineelle mahdollisimman hyvä palamisedellytys.

Keskuslämmityskattilassa käy poltettavaksi lähes kaikki kiinteät, nestemäiset ja kaasumaiset polttoaineet. Myös kattilaan voidaan asentaa kiinteä sähkövastus, jolla esimerkiksi käyttövesi on helppo lämmittää. Kiinteitä polttoaineita varten kattilassa täytyy olla tila, jossa poltettava aine palaa. Näitä ovat esimerkiksi arinaraudoilla varustettu tulipesä tai sitä vastaava muuraus.

Lämmityskattilan sydän on tulipesä, jossa palaminen ja suurin lämmönsiirtyminen veteen tapahtuu. Tulipesä valmistetaan yleensä 1 – 2 millimetriä paksummasta teräslevystä kuin lämmityskattilan muut osat. Konvektiopinnoiksi kutsutut jälkilämpöpinnat valmistetaan yleensä paineastiateräksestä. Näiden pintojen avulla nostetaan lämmityskattilan hyötysuhdetta, koska ne johtavat savukaasuista vielä mahdollisimman paljon lämpöä pois. Lämmityskattilan takapuolella on savunpoistoyhde, josta lämmityskattila liitetään savupiippuun. Tämän yhteen lisäksi lämmityskattilassa on muitakin yhteitä ja luukkuja, joista lämmityskattilan siivoaminen tapahtuu.

Nykyään stokerilaitteet ovat yleistyneet, joten polttoaineen syöttö kattilaan erillisellä syöttölaitteella ja siihen yhdistetyllä polttimella on helppoa ja

vaivatonta. Kiinteitä polttoaineita poltettaessa muodostuu tuhkaa, joten tuhkatila on yksi kattilan oleellinen osa.

Keskuslämmityskattilat valmistetaan yleensä 4 – 8 millimetrin teräslevyistä hitsaamalla. Myöskin valurautaelementeistä kattila voidaan koota. Keskuslämmityskattiloissa on vesivaippa, jota ympäröi tulipesä ja savusolat ja johon polttoaineen tuottama lämpöenergia siirtyy.

Lämmityskattilan runkoon hitsataan ulokkeita, joita kutsutaan yhteiksi. Näitä yhteitä voi olla esimerkiksi painemittarille, lämpömittarille, termostaatille ja muille säätimille menevät yhteet, joilla lämmityskattila varustetaan. Lämmityskattila tyhjennetään alaosassa olevan yhteen kautta. Lämmityskattilan yläosassa on taas yhteet muun muassa paisunta-astialle ja sekoitusventtiilille.

Lämmityskattilan runkoon hitsataan eristystä varten kehikko, myös muitakin kiinnitystapoja käytetään. Eristeenä käytetään yleensä lasi-, vuori- tai kovavillaa, jonka paksuus vaihtelee lämmityskattilan tehosta riippuen 30 – 100 millimetriin. Eristyskehikon päälle asetetaan vielä 0,5 – 1,0 millimetrin vahvuinen teräslevy, joka maalataan tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös värivalmistaa teräslevyä.

Kattilassa vesi kiertää joko luonnonkierrolla tai siten apuna on pumppu. Keskuslämmityskattiloita on paljon erilaisia ja niiden tehot vaihtelevat erittäin paljon. Pienimmät omakotitalojen kattilat ovat yleensä 15 - 25 kW. Kun taas maatalouksissa, asuinkiinteistöillä sekä tehdaskiinteistöillä voidaan käyttää kattiloita joiden teho on jopa 5000 kW.

(Lasse Wahlroos 1980, s. 111, 135–136).

3.1 Keskuslämmityskattilaryhmät

Kiinteitä polttoaineita poltettaessa keskuslämmityskattilat jaotellaan kolmeen pääryhmään polttotavan mukaan. Tähän ryhmään kuuluu alapalokattilat, yläpalokattilat ja käänteispalokattilat. On olemassa myös muitakin erikoisvalmistettuja kattiloita. Yleisesti ne ovat edellä mainittujen kattiloiden muunnoksia. Edellä mainittu stokerikattila on siis alapalokattila, johon on liitetty syöttölaite ja poltinpää.

(Lasse Wahlroos 1980, s.111).

3.1.1 Alapalokattila

Alapalokattilassa on polttoainesäiliö johon kiinteä polttoaine varastoidaan, tätä säiliötä kutsutaan varastopesäksi ja sitä ympäröi vesivaippa. Säiliön alaosa kutsutaan pesäksi, jonka arinalla polttoaine poltetaan. Polttoainekerrokseen palamisilma tulee arinan alta, palavat hiukkaset ja kaasut jatkavat palamista tulipesässä, jota sanotaan myös lieskauuniksi.

Kun polttoaine arinalla palaa, tulee uutta polttoainetta suppilosta tilalle, jolloin palaminen on jatkuvaa, niin kauan kuin polttoainetta on varastopesässä. Polttoaineen ollessa tasalaatuista, peittää se koko siilon aukon. Tällöin polttoaineen lisääminen onnistuu syöttöluukusta, eikä se häiritse varsinaista pesässä olevaa palamista. Jos taas polttoaine on karkeaa, on lisättävä vetoa ennen polttoaineen lisäämistä varastopesään, jotta savu ja tuli eivät pääse tunkeutumaan kattilahuoneeseen.

Alapalokattilan eduksi luetaan se, että palavan polttoaineen lisäksi, myös vesivaippa lämmittää hitaasti suppiloa pitkin valuvan polttoaineen ja edistää sen syttymistä. Alapalokattilatyypissä polttoaineesta haituvat palavat kaasut joutuvat kulkemaan palamisvyöhykkeen lävitse, jolloin kaasut kuumenevat hyvin nopeasti syttymispisteeseensä ja luovuttavat lämpöenergiansa, sekä nostavat voimakkaasti lämpötilaa tulipesässä.

Jos taas palavat kaasut joutuvat kulkemaan kylmien jälkitulipintojen lävitse, ne eivät pala loppuun saakka, vaan kulkeutuvat savukaasun mukana ulos. Tästä seuraa lämmityskattilan hyötysuhteen huonontuminen ja jälkipintojen likaantuminen.

Tuloilma jäähdyttää arinaa ja suojaa sen ylikuumentumisen, sekä huolehtii siitä, että arinan lävitse putoava palamaton polttoaine palaa loppuun kuuman tuhkakerroksen päällä.

Tuhka kerääntyy tuhkatilaan (”tuhkamonttuun”), joka on yleensä valmistettu tulenkestävistä materiaaleista, kuten massasta tai tiilistä. Koska tuhka on emäksistä, ei se syövytä sanottavasti edellä mainittuja materiaaleja. Samoin tiili- ja massakerros suojaavat lämmityskattilan pohjaa alkulämmityksen ajan, jolloin pohjalle valuu polttoaineesta syövyttävää vettä.

Lämmityskattilan palamistapahtumaan ei riitä pelkkä ensiö- eli primääri-ilma, joka tuodaan arinan alle, vaan palamiseen tarvitaan lisäilmaa. Tämä tarvittava sekundääri-ilma johdetaan polttoainekerroksen päälle, tulipesän alaosaan, jolloin saavutetaan erittäin hyvä ilman ja kaasun sekoittuminen. Tällä saadaan

jälkipalaminen loppumaan tulipesässä. Alapalokattila on tehokkain kiinteän polttoaineen lämmityskattila.

(Lasse Wahlroos 1980, s. 114–116).

3.1.2 Yläpalokattila

Yläpalokattilassa hoidontarve on runsaampaa kuin alapalokattilassa. Yläpalokattilassa ei polttoainetta varastoida mitenkään, vaan kaikki arinan päällä oleva polttoainemateriaali palaa. Jos jostain syystä näin ei ole, joutuu palamatonta polttoainetta ja sen hiukkasia savukaasujen joukossa savupiippuun. Yläpalokattilaan polttoaine lisätään yleensä lämmityskattilan kyljessä olevasta luukusta, jolloin luukku on pidettävä auki koko uuden polttoaineen latomisen ajan. Samanaikaisesti ulkopuolelta ilma pääsee palotilaan jäähdyttäen sitä, heikentäen polttoa. Samoin tapahtuu, kun uutta polttoainetta heitetään jo palamassa olevan polttoainekerroksen päälle. Kunnes uusi polttoaine lämpiää ja syttyy palamaan, on palo tähän saakka epätäydellistä. Näin käy aina, kun uutta polttoainetta lisätään. Mikäli yläpalokattilaan on liitetty koneellinen syöttöautomaatti, on polttoaineen ladonta niin tasaista, että tällä tavoin pystytään minimoimaan epätäydellistä paloa.

Koska yläpalokattilan palaminen on suurimmillaan aluksi kun arinan päällä on paljon polttoainetta, on sen polttoteho tällöin suurimmillaan. Yläpalokattilassa tulipesä ja polttoainekerros ovat samassa osassa lämmityskattilaa. Jos polttoainetta pääsee arinalle liikaa, palotila jäänee pieneksi, jonka seurauksena palamattomia kaasuja joutuu enenevissä määrin pois tulipesästä. Tällöin tulipesän rasitus muodostuneeksi suureksi ja lämmityskattilan hyötysuhde pienenee. Kun taas arinan alle päästetään lisä ilmaa, kasvaa polttoteho voimakkaasti, samaan aikaan

palamattomat kaasut lisääntyvät. Tämän vuoksi sekundääri-ilmaa on lisättävä myös polttoainekerroksen päälle, jotta varmistetaan kunnollinen jälkipalaminen.

Jos ilmansyöttöä arinan alle vähennetään, jää poltto hetkellisesti epätäydelliseksi, koska ennen vähentämistä koko polttoainekerros oli palamassa voimakkaasti. Tällöin auttaa sekundääri-ilman lisääminen, jolla poltto saadaan synkronoitua uutta tehoa varten. Yläpalokattilassa kuin alapalokattilassakin tuhkan poistaminen on yhtä helppoa.

Tuleva palamisilma lämmittää tuhkatilan ja arinan lävitse kulkiessaan jäähdyttää sitä. Yläpalokattilassa lämpö siirtyy erittäin tehokkaasti tulipesän alueelta, koska polttoainemäärä on samaan aikaan tulella. Tämän takia vedenkiertoon on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

(Lasse Wahlroos 1980, s. 116–118).

3.1.3 Käänteispalokattila

Käänteispalokattilassa ja alapalokattilassa varastopesät ovat periaatteessa samanlaiset. Siilon alaosaan on sijoitettuna arina. Polttoaine joka on arinaa vasten, palaa siten jotta liekit kulkevat arinan lävitse alas taikka sivuille, polttoaine pysyy kylmänä, kun palamisen edellyttävä ilma tulee huokoisen polttoaineen lävitse. Käänteispalokattilassa arina on jatkuvasti liekeissä, joten se on valmistettava tulenkestävästä teräksestä.

Jos polttoaine laskeutuu siilossa huonosti alaspäin, niin palaminen voi siirtyä arinan yläpuolelle, jolloin arina joutuu valkohehkuiseen tilaan ja voi palaa ja

vääntyä epäkelvoksi. Tällöin arina on vaihdettava uuteen. Jos taas polttoaine ensin kaasutetaan arinalla ja sitten poltetaan arinan alla tai sivussa olevassa tulipesässä, tällaista polttoa arina kestää hyvin.

Käänteispalokattilassa tarvitaan sekundääri-ilmaa, joka ohjataan arinan alle tai tulipesän alkuun, tällä varmistetaan käänteispalokattilassa täydellinen palaminen. Arinan alapuolella on tuhkatila, jota pitkin liekit ja kaasut kulkevat. Näin varmistetaan tuhkatilaan putoavan polttoaineen loppuun palaminen. Käänteispalokattila vaatii hyvän vedon, jotta polttoainekerroksen lävitse kulkee tarpeeksi primääri-ilmaa ja jotta tuli ja savu eivät kulkeutuisi säätöpeltien kautta kattilahuoneeseen.

(Lasse Wahlroos 1980, s. 118–119).

3.2 Kattilan tehon valinta

Kun uuden lämmityksen suunnittelu aloitetaan, on ensimmäiseksi selvitettävä lämmityskattilan kokonaisteho, eli huipputeho. Huipputehoa mitataan kilowateissa (kW). Se voidaan laskea joko edellisen lämmitysmuodon kulutuksesta tai voidaan käyttää rakennuskuutioille laskettuja tyyppiarvoja. Normaali asuinrakennus vaatii noin 20 – 30 W rakennuskuutiometrille.

Esimerkkinä voidaan laskea, että 250 neliömetrin (m^2) talo, jonka rakennuskuutiot ovat noin 750 kuutiometriä (m^3) tarvitsisi 15 – 23 kW:n huipputehon. Tulokseen tulisi lisätä vielä 1 – 2 kW lämpimän käyttöveden tekoon, jos sekin lämmitetään lämmityskattilan avulla.

(http://www.mhy.fi/revir/energia/fi_FI/suunnitt/).

Pienille ja keskikokoisille omakotitaloille sopii kattila, jonka antama teho on 15 ... 25 kW (**Taulukko 1.**). Lämmityskattilan teholla tarkoitetaan lämmityskattilasta käyttöön saatavaa tehoa. Toisin sanoen, jos kattilan hyötysuhde on heikko, niin lämmityskattilaan täytyy syöttää polttoainetta jopa yli kaksi kertaa tehoa vastaava määrä.

Taulukko 1. Taulukossa on valittavan kattilan teho omakotitalon rakennusten lämmitettävää pinta-alaa tai vaihtoehtoisesti tilavuutta kohti. Pohjois-Suomessa lämmönkulutus on 15 ... 30 %:a Etelä-Suomea suurempi. (Lasse Wahlroos 1980, s. 213–214)

Lämmitettävä lattiapinta-ala yhteensä m ² (huonekorkeus 2,5 m)	Kattilan teho kW	
	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
100 ... 150	12 ... 20	17 ... 25
150 ... 250	20 ... 30	25 ... 40
250 ... 500	30 ... 55	40 ... 70
500 ... 750	55 ... 80	70 ... 100
750 ... 1000	80 ... 110	100 ... 130
1000 ... 1500	110 ... 180	130 ... 220

4 SOLID EDGE

Solid Edge on Siemens PLM Softwaren kehittämä 3D-suunnitteluohjelmisto, jota käytetään tuotekehitykseen, suunnitteluun ja valmistuksen tarpeisiin. Solid Edge on ns. parametrinen kolmiulotteinen CAD-ohjelmisto, Microsoft Windows-käyttöjärjestelmä ympäristöön. Solid Edge koostuu useista moduuleista joita ovat muun muassa osamalli, ohutlevy ja kokoonpano.

Vuodesta 2008 lähtien Solid Edgessä on ollut historiapohjaisen mallinnustekniikan (Ordered) lisäksi historiavapaa piirrepohjainen Synchronous-mallinnustekniikka (Synchronous Technology), joista käyttäjä valitsee toisen, kun mallia lähdetään luomaan. Tämä valinta ei kuitenkaan vaikuta kokoonpanoihin, niihin voidaan tuoda kumpiakin edellä mainittuja osamalleja.

Perinteisessä mallinnuksessa mallilla on historia, jolloin mallinnuksen edetessä historia tallentuu mallin historiarakenteeseen. Jälkimmäiset muutokset mallissa perustuvat edellisiin. Mallia muokattaessa mennään historiarakenteessa kohtaan, jota halutaan muokata. Muokkauksen jälkeen, kohdan jälkeiset muutokset lasketaan uudelleen. Tämä uudelleen laskenta vie paljon aikaa, varsinkin monimutkaisissa malleissa. Muilla ohjelmilla mallinnettujen mallien muokkaaminen perinteisellä mallinnustavalla CAD-ohjelmilla on haasteellista.

Synchronous-tekniikkaa käyttäessä ei synny historiaa. Mallinnus etenee samaan tapaan kuin perinteinen. Mallinnus aloitetaan piirtämällä sketsiin profiili, jonka avulla piirteet luodaan. Sketsi tallentuu joihinkin piirteisiin, tosin yleensä piirrettä muokataan muiden tapojen kautta.

(http://fi.wikipedia.org/wiki/Solid_Edge).

5 MIG-HITSAUS

Termin alkuperä on englannin kielen sanoista Metal Inert Gas ja tarkoittaa suojakaasuvalokaarihitsausta, so. hitsausmenetelmää.

Mig-hitsausmenetelmässä valokaari synnytetään hitsauslaitteen elektroniikan synnyttämän sähkövirran avulla, joka palaa lisäainelangan ja hitsattavan kappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Myös robottihitsauksessa käytetään samaa periaatetta.

Valokaaren sähkövirran lämpövaikutus sulattaa perusaineen ja lisäaineen yhtenäiseksi hitsisulaksi, joka jähmettyessään muodostaa kiinteän yhteyden kahden kappaleen välille. Lisäainelanka, joka syötetään koneellisesti hitsauslaitteen ohjaamana on tyypillisesti ohutta metallilankaa, jonka koostumus on likipitään sama kuin perusaineen koostumus. Prototyyppiä hitsatessa käytetyn langan paksuus oli 1,0 millimetriä. Langan syöttönopeus, sekä hitsausjännite säädetään hitsattavien kappaleiden ominaisuuksien mukaan.

MIG -hitsauksen etuja ovat nopeus sekä hitsin puhtaus, jolloin hitsattavan kohdan päälle ei synny mainittavaa kuonakerrosta. MIG -hitsauksessa hitsin muodon ja tunkeuman hallinta on tosin suhteellisen hankalaa. Koska teollisuusstandardi MIG -hitsaus kuitenkin on suoritusteknisesti helppoa, voi hitsauslaitteiston asetusten optimaalinen säätäminen tuottaa vaikeuksia. Myös vapaalangan pituuden muuttuminen vaikuttaa perusaineen sulatustehoon, mistä johtuen hitsiin voi jäädä helposti paljaalla silmällä havaitsemattomia virheitä.

Moderni MIG -hitsauslaitteisto koostuu teollisuusstandardeista peruslohkoista, kuten elektronisesti ohjatusta yksi- tai kolmivaiheisesta virtalähteestä, elektronisesti ohjatusta langansyöttölaitteesta, hitsauspolttimesta sekä laitteistospesifisestä monitoimikaapelista. Lisäksi hitsausvirtapiiriin kuuluu maadoituskaapeli sekä -puristin. Näihin liittyy hitsausprosessissa oleellinen suojakaasulaitteisto. Usein virtalähdeosa, langansyöttölaitteisto sekä suojakaasuventtiili aisanmukaisine putkineen on integroitu integroiduksi kompaktirakenteiseksi hitsauskoneeksi.

Virtalähde syöttää hitsauksessa oleelliseen valokaareen tarvittavan sähkötehon (P / W). Teollisuusstandardeissa hitsauslaitteistoissa suurimman hitsausvirranvoimakkuuden arvo (I / A) vaihtelee laitetyypin mukaan karkeasti 100 ja 600 ampeerin välillä. Hitsausjännitteet (U / V) vaihtelevat runsaasta kymmenestä voltista muutamiin kymmeneen volttiin. MIG -hitsaukseen soveltuva, nykyisin elektronisesti ohjattu yksi tai kolmivaiheinen virtalähde pitää omalla regulointipiirillään hitsausjännitteen reaaliaikaisesti lähellä hitsaajan asettamaa kulloisenkin hitsausprosessin vaatimaa optimiarvoa.

Langansyöttölaite syöttää elektronisen ohjauksen perusteella lisäainelankaa poltinkaapelissa (laitespesifinen monitoimikaapeli) kulkevan langanjohtimen läpi hitsauspolttimeen. Langansyöttönopeuden on oltava käyttäjän säädettävissä.

Yleisimmissä teollisuusstandardisissa sovelluksissa hitsauslankaa puretaan hitsauslankakelalta ja syötetään langanjohtimeen elektronisesti ohjatun syöttömoottorin käyttämien syöttörullien avulla. Syöttörullia on saatavana useilla erilaisilla lankauramitoilla varustettuna. Syöttöpyörien urien koko ja profiilit vaihtelevat suuresti riippuen mm. laitevalmistajasta ja ne ovat useinkin pyällettyjä.

Erilaisten uraprofiilien vaikutukset ilmenevät lankaan kohdistuvien voimien aiheuttamien muodonmuutosten sekä syöttöpyörän ja langan välisen kitkan muutoksina. Urien koko päätetään tapauskohtaisesti käytetyn langan koon sekä valmistajan ilmoittamien ominaisuuksien mukaan. Jos lisäainelanka on pehmeää, kuten esimerkiksi teollisuudessa yleisesti käytettyä alumiinia, on lähestulkoon aina tarpeellista käyttää tähän tarkoituksen kehitettyä moottoripistoolia, jotta langansyötön tasainen ynnä luotettava toiminta varmistetaan. Moottoripistooli on oikeammin sinänsä teollisuusstandardi perushitsauspoltin, johon on tehtaalla integroitu elektronisesti ohjattu langansyöttömoottori. Kun langansyöttölaitteen ja hitsauspolttimen etäisyys kasvaa langan kulkuominaisuuksien kannalta liian suureksi, on käytettävä erillistä orja- eli välisyöttölaitetta, jotta langansyöttö edelleenkin toimisi pitkillä syöttöetäisyyksillä häiriöttä.

Hitsauspoltin on nykyaikaisissa integraalilaitteistoissa elektronisesti ohjattu laite, joka syöttää lankaan hitsausprosessin vaatiman sähkövirran, suuntaa kaasusuuttimen avulla hitsauskaasuvirtauksen mahdollisimman tarkasti hitsikohtaan sekä sisältää käyttäjän ohjaustoimenpiteet mahdollistavia hallintakytkimiä, joilla hitsaustapahtumaa voidaan hallita. Hitsauspolttimen virtasuutin valitaan hitsauslaite- sekä materiaalivalmistajien ohjeet huomioiden hitsattavan aineen, langanpaksuuden ja hitsaustilanteen mukaan.

Poltinkaapelilla (laitespesifinen monitoimikaapeli) hitsauspoltin kiinnitetään hitsauskoneeseen. Poltinkaapeli on yleensä hitsauspolttimessa kiinni kiinteästi ja useimpiin koneisiin se liitetään teollisuusstandardilla ja vaativaan ympäristöön tarkoitettulla EURO-liittimellä. Poltinkaapelissa on uloimpana suojausvaippa, joka pitää kaapelikokonaisuuden koossa ynnä suojaa mekaanisesti sen sisällä olevia kaapelin herkimpiä osia. Kaapelin suojavaipparakenteen sisällä kulkevat virta- sekä ohjaussignaalijohtimet, suojakaasuletku, langanjohdin ja ns. vesijäähdytetyn

pistoolin ollessa kysymyksessä jäähdytysnesteletkut. Ohjaussignaali johtimet tuovat hitsauspolttimeen liitetyiltä ohjaus- ja hallintakytkimiltä sekä elektronisilta säätimiltä prosessin tarvitsemat ohjaussignaalit hitsauskoneelle. Kaasuletkun tehtävänä on johtaa hitsausprosessin vaatima suojakaasu käyttäjän toimesta esiasetellun virtauksen mukaisesti hitsauspolttimelle. Langanjohtimen tehtävä on ohjata hitsauslanka polttimelle käyttäjän asettamien asetusten mukaisesti.

Suojakaasulaitteiston päätehtävänä on syöttää hitsauspolttimeen prosessin vaatimaa suojakaasua sitä tarvittaessa. Suojakaasulähteenä on joko kiinteistön suojakaasuverkosto tai erillinen hitsauslaittekohtainen erikoisvalmisteinen suojakaasupullo, jonne suojakaasua on varastoitu kaasutehtaalla puristamalla se erittäin korkeaan paineeseen. Kaasupulloon liitetään aina säätölaite, joka on tässä tapauksessa paineenalennin / virtauksensäädin. Sen päätehtävä on alentaa suojakaasun paine hitsauslaitteelle sopivaan arvoon ja näin säätää optimaalinen virtausnopeus. Hitsauslaitteen yhteydessä on aina erillinen käyttäjän ohjattavissa oleva venttiili, jolla ohjataan kaasunvirtausta siten, että kaasua tulee polttimelle hitsauksen aikana.

Suojakaasun tärkein funktio on syrjäyttää ilmakehän ilma ja erityisesti siinä oleva happikomponentti hitsisulan lähialueelta, jotta kuonanmuodostusta edesauttavat haitalliset kemialliset reaktiot minimoituisivat. Toinen suojakaasun tehtävä on jäähdyttää hitsauspoltinta ja näin estää polttimen sekä erityisesti lankasuuttimen vauriot. Lisäksi hitsauskaasun ja sen virtauksen avulla vaikutetaan hitsatessa syntyvän otsonin määrään. Samaten on vaikutusta erityisesti hitsin tunkeumaan, sähkövirran valokaaren ominaisuuksiin sekä näiden kautta hitsausnopeuteen. Hitsauksessa käytettävän suojakaasun valintaan vaikuttavat muun muassa kaasun hinta, hitsattavat aineet, hitsausasento ja hitsiltä vaadittavat tekniset ominaisuudet.

(<http://fi.wikipedia.org/wiki/MIG/MAG-hitsaus>).

5.1 MISON®-suojakaasut

Suojakaasun primäärinen funktio on suojata hitsiä. Tämä kehityssuuntaus ja hitsausprosessin optimointi on valitettavasti aiheuttanut hitsauksen yhteydessä muodostuvan otsonin määrä lisääntymisen. MISON®-suojakaasuilla otsonipitoisuudet on mahdollista pitää alhaisina, saavuttaen samanaikaisesti optimaalisen suorituskvyn.

Otsoni on voimakkaasti hapettava kaasu ja Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) luokittelun mukaan otsoni on terveydelle vaarallinen aine. Tyypillisiä oireita lyhytaikaisessa altistuksella otsonille ovat silmien ja nielun ärsytys, yskä, tulehdus keuhkoissa sekä hengitysvaikeudet.

EEA:n julkaisujen mukaan ihmiskeho toipuu nopeasti altistuksesta liian suurelle otsonipitoisuudelle, mutta toistuva altistuminen vaurioittaa pysyvästi hengitysteitä. Hygieeninen enimmäistasoarvo (korkein hyväksyttävä aineen keskipitoisuus hengitysilmassa työpäivän aikana) on niinkin pieni kuin 0,05 ppm tai 0,000005 %. Havaintojen mukaan tätä raja-arvoa pienemmät pitoisuudet voivat aiheuttaa oireita herkillä henkilöillä, esimerkiksi astmaatikkoilla.

(http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/mison_gases).

5.1.1 MISON®-suojakaasun toiminta

MISON®-suojakaasujen yhteinen ominaisuus on, että niiden tarkasti tasapainotettu koostumus sisältää juuri oikean suuruisen lisäyksen

typpimonoksidia, joka reagoi erittäin helposti otsonin kanssa muodostaen happea ja typpidioksidia. MISON® ratkaisee ongelman suoraan sen lähteessä, eli otsoni katoaa, so. muunnetaan hapeksi, samalla hetkellä kuin se muodostuu. Yli 20 vuoden kokemus on osoittanut, että hitsaajien työympäristö on selvästi parempi, kun otsonipitoisuutta voidaan vähentää hitsauksen yhteydessä. Riippumattomissa tutkimuksissa on osoittautunut, että MISON® toimii käytännössä ja todistetusti vähentää otsonipitoisuutta hengitysvyöhykkeellä.

MISON®-suojavaasut ovat esimerkki siitä, miten on mahdollista aikaansaada puhtaampi sekä merkittävästi terveellisempi ja parempi työympäristö heikentämättä tuottavuutta tai laatua. Parantunut työympäristö voi osaltaan myös lisätä tuottavuutta johtuen taukojen vähenemisestä sekä mahdollisista poissaloloista sairauden tai vamman vuoksi.

(http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/mison_gases).

5.1.2 MISON® 18

Mison® 18 (Ar + 18 % CO₂ + 0,03 % NO). Antaa matalan hitsin ja vähäroiskeisen hitsaustapahtuman lyhyt- ja kuumakaarihitsauksessa. Hyvä valinta yleiskaasuksi muissa kuin vaativissa kohteissa. Se poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

Merkintä; EN ISO 14175-Z-ArC+NO-18/0,03. Vastaa ryhmää M21.

Kaasupullon venttiilikierre 24,32 x 1/14"

(http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/mison_gases).

6 LÄMMITYSKATTILAN PROTOTYYPIN SUUNNITTELU JA MITOITUKSET

Päällimmäinen lähtökohta lämmityskattilan suunnitelmalle oli pienkiinteistöille soveltuva alapalokattila, johon voi liittää syöttölaitteen ja polttimen. Lämmityskattilan koko tulisi olemaan 25 - 30 kW välillä. Kattilasta pyritään mallintamaan niin sanotusti käsisyydetön, eli se voitaisiin asentaa moneen eri kulmaan torniin lähdön ja syöttöaukon mukaan.

Koska kattilasta toivottaan volyymituotetta, tulisi sen olla myös helppo ja nopea valmistaa. Tällöin lämmityskattilan prototyypin tulisi soveltua robottihitsaukseen ja tämän vuoksi lämmityskattilan rakenne tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen. Useiden tehtyjen lämmityskattila-sketsien pohjalta, alettiin suunnittelemaan robottihitsauksessa käytettävää parasta mahdollista muotoa. Lopulta päädyttiin lieriömalliseen ratkaisuun rakenteen osalta, koska tällöin ei sidontoja tarvita lainkaan.

6.1 Raaka-aineen valinta

Pienemmän kokoluokan, 30-220kW kattiloissa käytetään Ala-Talkkarilla yhteistyössä raaka-ainevalmistajan kanssa suunniteltua raaka-ainetta. Käytettäköön siitä nyt nimitystä s235 SK. Myös tässä työssä levyosat tullaan laskemaan tälle raaka-aineelle.

6.2 Suunnittelupaine

Suunnittelupaine on nimensä mukaisesti suunnittelussa käytettävä suure, jota käytetään paineastian rakenteiden mitoittamiseen suunnitteluvaiheessa. Sen tulee olla minimissään yhtä suuri, jota paineastia tai sen osa joutuu kestäämään sen käyttöolosuhteissa.

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s15)

Laskennassa käytettävä suunnittelupaine tämän kokoluokan kattilalle on 0,15Mpa.

6.3 Suunnittelulämpötila (SFS 2863)

Suunnittelulämpötilalla tarkoitetaan korkeinta lämpötilaa, johon lämmityskattilan seinämä saa lämmetä.

$$t = t_0 + \Delta t$$

jossa t suunnittelulämpötila

t_0 korkein sallittu lämpötila

Δt lämpötilalisä, jonka arvot ovat vähimmäisarvoja

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s23)

Taulukko 2. Suunnittelulämpötilan valinta (Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s20)

Paineastian käyttötapa	Sijoitus	Suunnittelulämpötila
Lämmittämätön	-	Sisällön ylin ja alin lämpötila
Lämmitetty / jäähdytetty; energiaa ei kehitetä seinämään rajoittuvassa tilassa	-	Lämmittävän / jäähdyttävän aineen ylin ja alin lämpötila
Lämmitetty; energia kehitetään seinämään rajoittuvassa tilassa	-	Määritetään höyry- ja nestekattilassa standardin SFS 2863 ja tulitorvessa SFS 2619 mukaan
Noudattaa ympäristön lämpötilaa	Lämmitettyyn / jäähdytettyyn tilaan	Sijoituspaikan ylin ja alin lämpötila
	Ulos ilman katosta tai suojausta	+40 °C ja -40 °C
	Lämmittämättömään rakennukseen tai ulos suojustuna	+30 °C ja -40 °C
	Maahan upotettu; peitetty vähintään 0,8 m paksulla maakerroksella	+30 °C ja -10 °C

Kun kattila valmistetaan hyvän konepajakäytännön mukaan, sen suurin sallittu käyttölämpötila saa olla enintään 110 °C. Tällöin saadaan laskettua suunnittelulämpötila.

$$t = 110\text{ °C} + 0\text{ °C} = 110\text{ °C}$$

6.4 Laskentalujuus (SFS 2033)

Paineastian rakenneosat on mitoitetaan niin suuriksi, jottei jännitysten suurimpia arvoja ylitetä. Laskentalujuutena käytetään SFS-standardin tai muiden valvontaviranomaisten hyväksymiä lujuusarvoja. Rakenneaineille ominaisista lujuusarvoista käytetään sitä, jonka laskennalliset erilaisia ilmiöitä vastaan huomioon otetut varmuuskertoimet johtavat pienimpään sallittuun jännitykseen. Rakenneaineelle ominaisista lujuusarvoista on käytettävä sitä, joka eri ilmiöitä vastaan mitoitettaessa huomioon ottaen erisuuruiset varmuuskertoimet johtaa pienimpään sallittuun jännitykseen.

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s14)

$$\sigma_{\text{sall}} = \sigma_l / n$$

jossa	σ_{sall}	sallittu jännitys
	σ_l	laskentalujuus
	n	varmuuskerroin

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, s14)

Lämpötila huomioon ottaen saadaan seuraavan taulukon mukaisia laskentalujuuksia.

Taulukko 3. Terästen laskentalujuuksia eri lämpötiloissa. (Paineastiat. Rakenneaineet. SFS-käsikirja 14, 1996, s104)

Teräslaatu	Paksuus mm max	Laskentalujuus N/mm ²											
		Suunnittelulämpötila °C											
		20	50	75	100	120	125	150	175	185	200	250	300
Fe37B, Fe37D SFS 200	16	215	201	198	195	191	190	185	180	177	175	159	135
	40	205	191	189	187	183	182	177	172	170	168	151	130
	100	159	181	179	177	173	172	167	162	160	158	141	120
Fe44B, Fe44D SFS 200	16	255	235	233	231	226	225	219	213	210	207	200	167
	40	245	225	222	220	215	213	207	201	199	196	189	155
	63	235	215	212	210	205	203	197	191	189	186	179	145
	80	225	205	202	200	195	193	187	181	179	176	169	135
	100	215	195	192	190	185	183	177	171	169	166	159	125
Fe52C, Fe52D SFS 200	16	335	299	284	269	265	263	257	252	250	247	229	206
	40	325	291	277	263	259	257	251	246	244	241	224	201
	63	315	281	267	253	249	247	241	236	234	231	214	191
	80	305	271	257	243	239	237	231	226	224	221	204	181
	100	295	261	247	233	229	227	221	216	214	211	194	171
CR 2, CR 3, CR 4 SFS 600	3	170	170	170	170	170							

Taulukon 3. mukaan valittaisiin kattilan laskentalujuudeksi 191N/mm²

6.5 Muovausvara

Muovausvara on levyssä käytettävä paksuuslisä, jonka avulla varaudutaan levyn muovauksen aiheuttamaan seinämän ohenemiseen. Muovausvaraksi tälle kattilaan valitulle raaka-aineelle olisi näin ollen 0,26 millimetriä.

(Ruukki: Mitta- ja muototoleranssit, taulukko2) (Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s17)

6.6 Ohenemisvara

Ohenemisvaralla tarkoitetaan paksuuslisää, joka paineastian käytön aikana voi syöpyä tai kulua pois. Jos tätä syöpymistä tai kulumista tapahtuu seinämän kummallakin puolella, on ohenemisvara määritettävä siten seinämän molemmin puolin. Ohenemisvaran suuruus on riippuvainen paineastian materiaaleista, käyttöolosuhteista ja käyttöajasta.

Jos käytettävissä olevan seinämän paksuus on alle kolme millimetriä, tulee ohenemisvaran olla minimissään 0,75 millimetriä ja minimissään millimetri, mikäli seinämän paksuus on yli kolme millimetriä, mikäli käyttöolosuhteet eivät toisin vaadi.

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s16)

6.7 Seinämäpaksuudet

Edellä olevien lähtötietojen perusteella voidaankin nyt alkaa laskemaan levyosien seinämäpaksuuksia. Lieriön seinämäpaksuus lasketaan joko ulko- tai sisähalkaisijan perusteella. Alla olevat seinien paksuudet ovat laskettu nyt ulkohalkaisijan kaava käyttäen.

$$s = d_u * p / (2 * (\sigma_l / n) - p) + 2 * p$$

jossa	s	seinämän paksuus
	d_u	ulkohalkaisija
	p	sisäpuolinen ylipaine
	σ_l	sallittu jännitys

n varmuuskerroin

v lujuuskerroin

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s50)

Tähän kaavaan arvot sijoittamalla saadaan sisälieriön, eli tulipesän konvektiopinnan seinämän paksuudeksi 2,029 millimetriä. Ulomman lieriön, eli vesivaipan seinämän paksuudeksi muodostuu 1,424mm. Näissä on myös huomioitu paksuuslisät. Kuitenkin levyksi valitsimme 4 millimetriä, koska tätä levyä käytämme tehtaallamme ja proto-malli valmistettiin myös tästä levystä.

Suoran päädyn, suoran kannen tai niiden osan paksuus lasketaan laskentahalkaisijan D perusteella.

$$s = C \cdot D \sqrt{p \cdot n / \sigma_1}$$

jossa C päädyn muotokerroin

D laskentahalkaisija

p varmuuskerroin

(Paineastiat. Mitoitus. SFS-käsikirja 13, 1989, s67)

Kaavaan sijoittamalla, sekä paksuuslisät huomioiden, seinämän paksuudeksi saadaan 3,08 millimetriä. Tähänkin levyn paksuudeksi valitsimme kuitenkin 4 millimetriä samoista syistä kuin lieriöille.

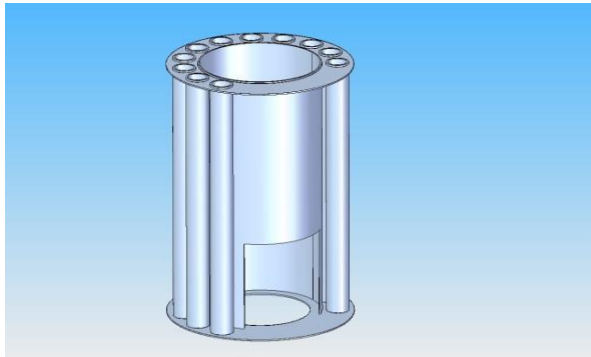
7 KATTILAN MALLINTAMINEN JA VALMISTUS

Lämmityskattilan suunnittelussa käytettiin nykyaikaisia suunnitteluteknologian ohjelmistoja avuksi. Lämmityskattilan prototyypin mallintaminen tehtiin tietokoneella, Siemensin kehittämällä Solid Edge-ohjelmistolla (katso kohta 4.1). Ohjelmiston avulla pystyttiin luomaan kolmiulotteinen malli lämmityskattilan prototyypistä. Tätä nykyaikaista teknologiaa hyödyntäen pystytään säästämään rahaa ja aikaa, koska lämmityskattilasta saatiin tietokoneen ruudulle valmis tuote. Kolmiulotteisesta mallista voidaan myös helposti havaita lämmityskattilan fyysiset mitat (katso liite 1).

Vaikka päättötöön aiheena olikin lämmityskattilan suunnittelu, alettiin näiden suunnitelmien perusteella myös valmistamaan lämmityskattilan fyysistä prototyyppiä, sitä ei kuitenkaan saatu valmiiksi tuotteeksi asti. Taulukossa 4, alla on vasemmalla puolella lueteltu lämmityskattilan suunnittelukuvat allekkain, sisältäen tiedot kustakin tietokoneella valmistetusta kolmiulotteisesta mallista ja oikealla puolella on prototyypin vastaavat rakennuskuvat, siltä osin kuin niitä on saatavilla.

Lämmityskattilan prototyypin valmistuksessa käytetään tulipesässä s235 SK 4 millimetrin paksuista levyä. Konvektioputket 11 kappaletta, valmistetaan p235gh tc1 5,6 millimetriä vahvasta putkesta. Eristyksenä kannessa käytetään Paroc High Temperature Slab HST 900 kovavillaa, jonka paksuus on 50 millimetriä, suunnittelukuvassa tämä on keltaisella. Tuhkajalassa, sekä kattilarungon ympärillä käytetään KH 30 eristevillaa. Prototyypin lämmityskattilassa on kahdeksan yhdettä, katso lisätietoa liitteestä 1. Lämmityskattilan prototyyppi hitsattiin Mig-hitsaustekniikkaa (katso kohta 4.2) ja Mison 18 -suojakaasua käyttäen (katso kohta 4.3.2). Liitteessä 2 on prototyypin rakennesuunnitelma, josta selviää muun

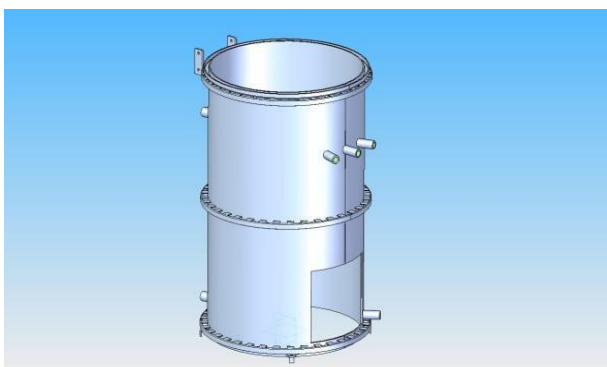
muassa sen nimi ja laitetunnus, tilavuus, teho, suunnittelupaine, käyttöpaine, suoja-pinnoituksen paksuus ja muita lisätietoja.



Kuva 15. Suunnittelukuva, painerunko



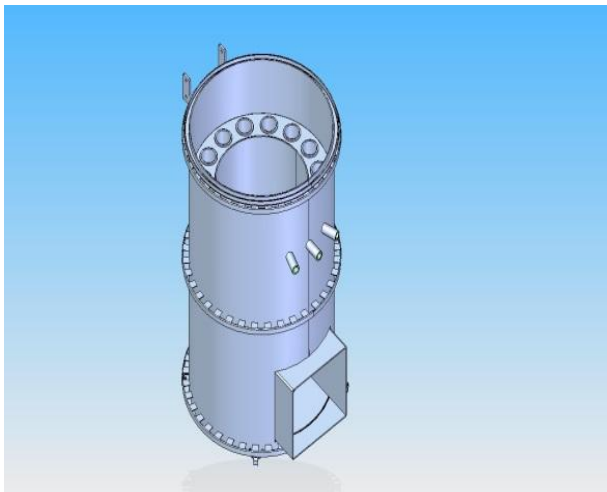
Kuva 16. Painerungon sisäosa hitsattuna (pesä ja konvektioputket 11 kappaletta)



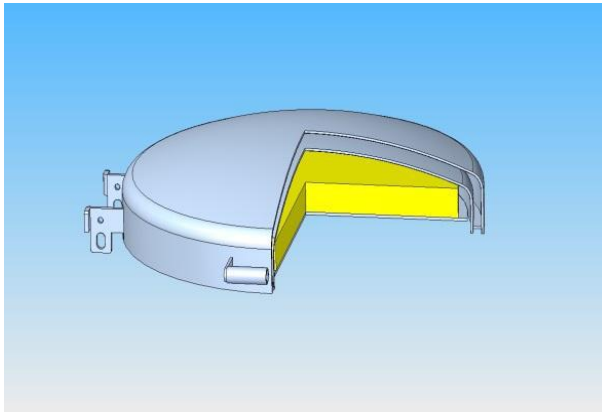
Kuva 17. Suunnittelukuva, painerungon ulkokehä hitsattuna (ulkokuori ja pintalevyjen kiinnityskehä)



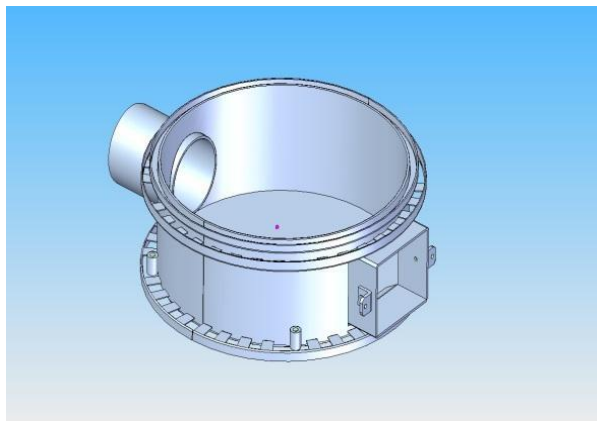
Kuva18. Painerungon ulkokehä hitsattuna (ulkokuori ja pintalevyjen kiinnityskehät)



Kuva 19. Suunnittelukuva, painerunko hitsattuna (sisäosa ja ulkokehä yhdistettynä)



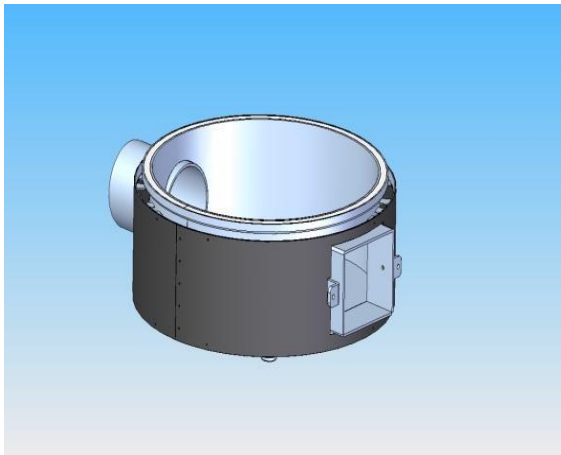
Kuva 20. Suunnittelukuva, päällyskansi hitsattuna (tuplakerros + eristys)



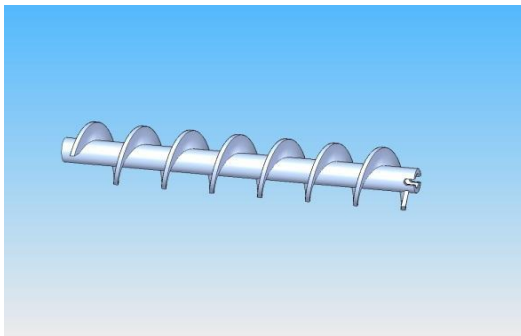
Kuva 21. Suunnittelukuva, tuhkalustan runko hitsattuna (tuhkanpoistoyhde, savukaasun poistoputki + pintalevyjen kiinnityskehä)



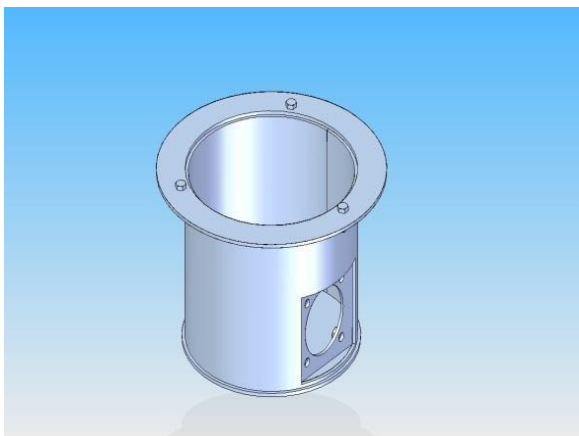
Kuva 22. Tuhkalustan runko hitsattuna (tuhkanpoistoyhde, savukaasun poistoputki + pintalevyjen kiinnityskehät)



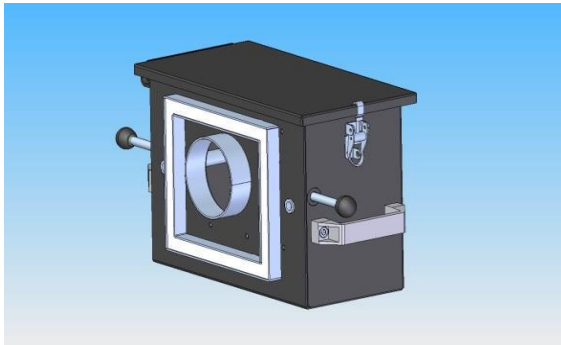
Kuva 23. Suunnittelukuva, tuhkajalka päällystettynä (erite välissä)



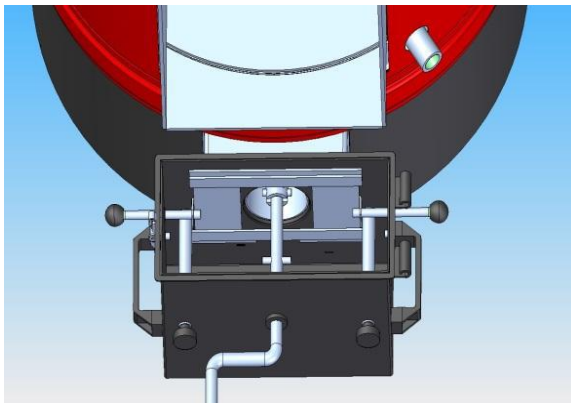
Kuva 24. Suunnittelukuva, tuhkaruuvi



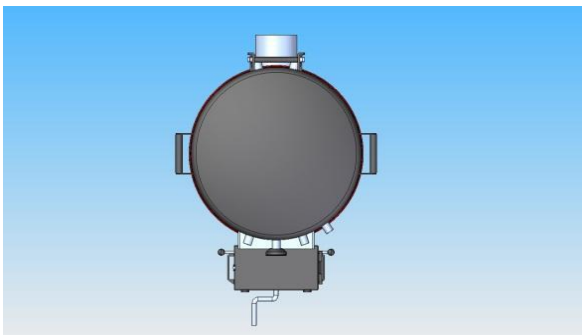
Kuva 25. Suunnittelukuva, "tuhkamonttu" tuhkajalkaan (polttimelta tippuva tuhka valuu tuhkamonttuun, josta se ruuvataan prototyypissä manuaalisesti tuhkaruuvien avulla tuhkalaatikkoon)



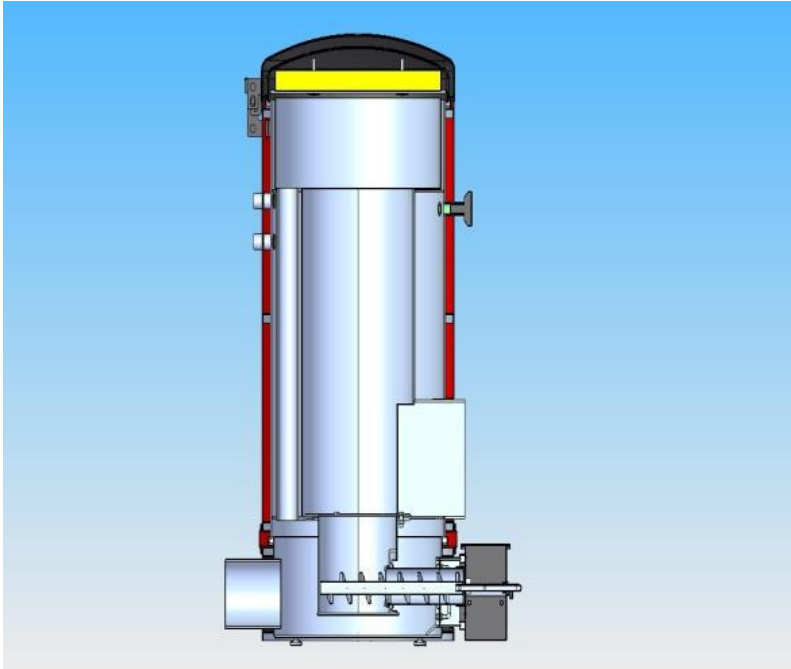
Kuva 26. Suunnittelukuva, tuhkanpoistolaatikko koottuna (tuhkalaatikko tyhjennetään sopivin väliajoin)



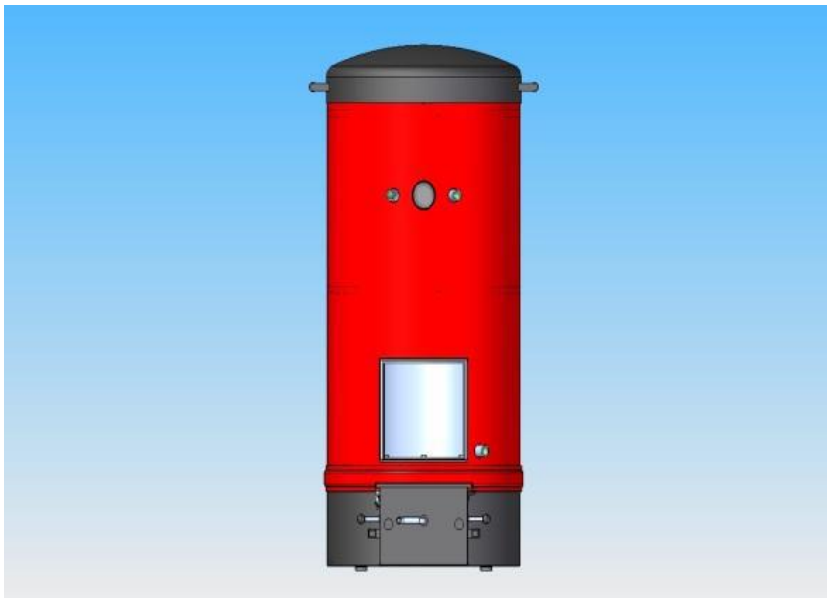
Kuva 27. Suunnittelukuva, periaatekuva (sulkuvivut, kun laatikkoa ollaan tyhjentämässä nämä työnnetään sisään, niin tuhka ei pääse valumaan ennen aikojaan pois)



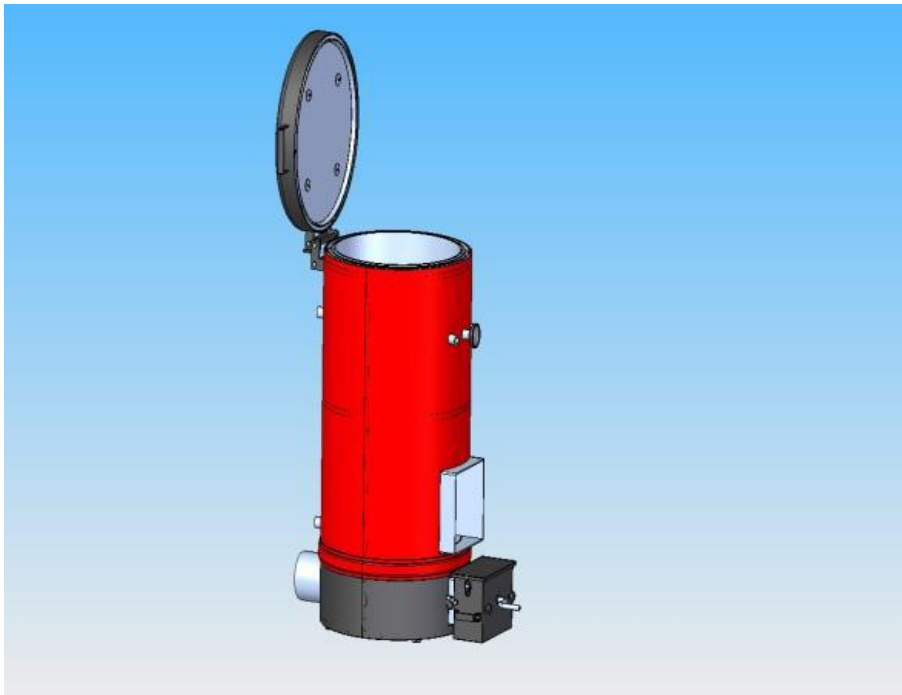
Kuva 28. Suunnittelukuva, ylhäältäpäin



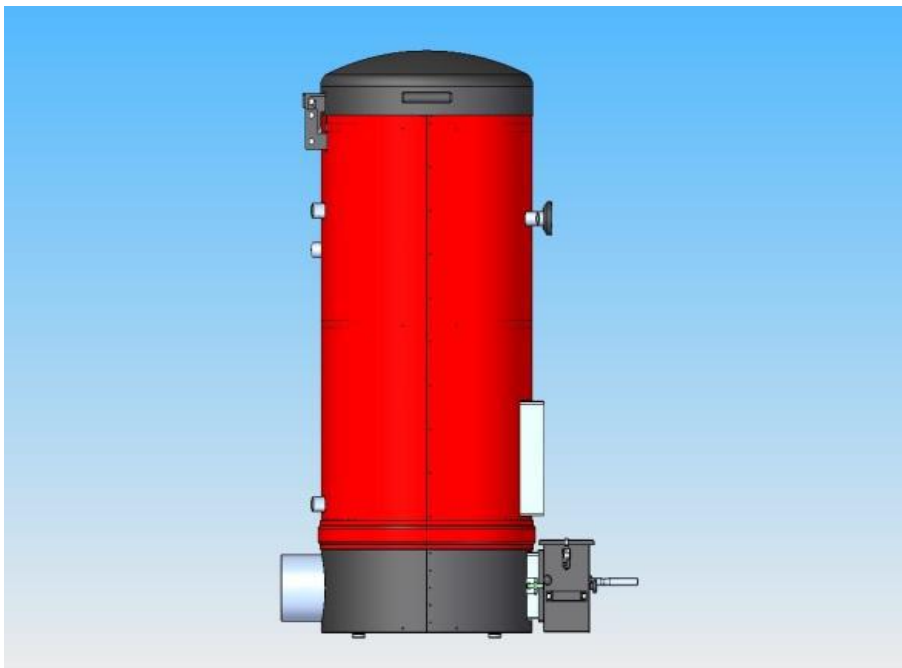
Kuva 29. Suunnittelukuva, sivuleikkauskuva



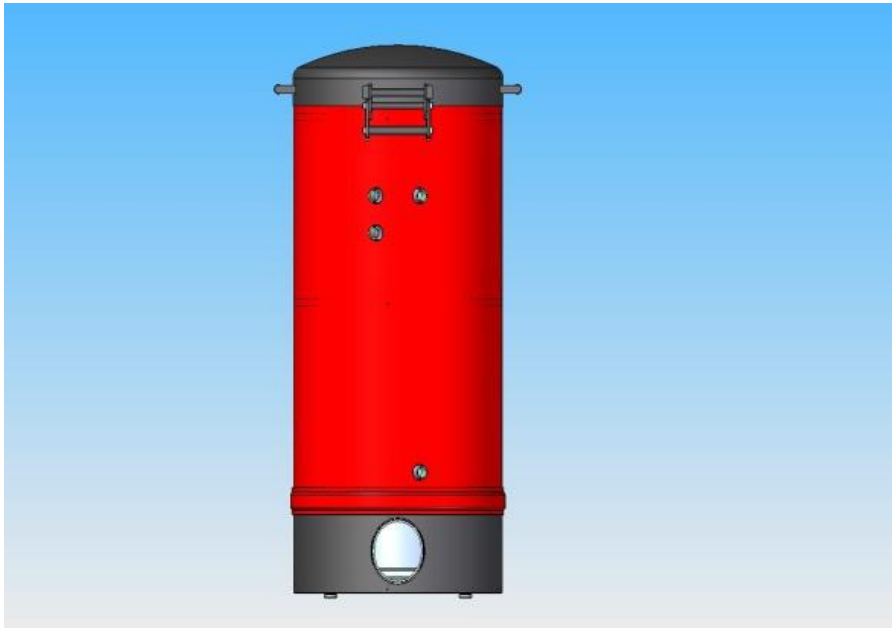
Kuva 30. Suunnittelukuva, edestäpäin



Kuva 31. Suunnittelukuva, kansi auki



Kuva 32. Suunnittelukuva, sivultapäin



Kuva 33. Suunnittelukuva, takaapäin

8 YHTEENVETO

Lämmityskattilan prototyypin mallintamisessa käytettävä Solid Edge -ohjelmisto nopeuttaa ja parantaa lämmityskattiloiden suunnittelemista sekä tehostaa työskentelyä ja säästää materiaalikustannuksissa.

Modernien materiaalien ja lieriömäisen lämmityskattilan rungon muodon ansiosta kyetään prototyyppi valmistamaan täysautomaattisesti modernin robottihitsausteknologian avulla, sen yksinkertaisen rakenteen ja sidoksien puuttumisen vuoksi. Prototyypin lämmityskattila on suunniteltu siten, että se voidaan helposti loppukäyttäjän toimesta muuntaa niin oikea- kuin vasenkätiseen laitteistokonfiguraatioon. Tämä helpottaa merkittävästi loppukäyttäjän suunnittelu- ja rakentamisprosessia sekä osaltaan nopeuttaa käyttöönottovaihetta.

Koska lämmityskattilan suunnittelu oli ylivoimaisesti tunti- ja resurssimäärältään suurin osa kokonaisuutta, jäi fyysisen prototyypin valmistaminen osin kesken. Rakentamisen edettyä parannuskohteina huomioitiin kuitenkin muun muassa jäähdyttämätön yläkierto, jolloin pintalämpö kasvaa liian suureksi. Tämä pintalämpö-ongelma tulee muodostumaan kannen alla olevaan 22 cm matkaan, johon vedenpinnan korkeus ei yllä. Lisäksi kannesta tuli liian jyrkää, sen arvioitu paino on noin 60 kg. Tämä ongelma voidaan korjata vaihtamalla ulomman kuoren materiaali toisenlaiseksi. Myöskään poltinta ei ole vielä suunniteltu, eikä mikään yrityksellä jo olemassa oleva poltin siihen sovellu.

Lämmityskattilan markkinoille viemiseksi on siis korjattava edellä mainitut seikat, sekä tehtävä vaadittavat testaukset. On kuitenkin todettu, että vaikka prototyyppi ei vielä ole markkinakuntoinen, on sen jatkokehittäminen ja siten markkinoille vieminen kannattavaa.

LÄHTEET

Ylitalo, T. 2005. Veljekset Ala-Talkkari Oy, Ensimmäiset viisikymmentä vuotta. Lapua. Ykkös-Officet Oy.

Wahlroos, L. 1980. Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat. Pori. Energiakirjat Ky.

Lämpökeskuksen suunnittelu. 2011. Metsänhoito yhdistys. Viitattu 20.5.2013.
http://www.mhy.fi/revir/energia/fi_FI/suunnitt/

Solid Edge. 2013. Wikipedia. Viitattu: 17.5.2013.

http://fi.wikipedia.org/wiki/Solid_Edge

MIG/MAG-hitsaus. 2013. Wikipedia. Viitattu: 3.5.2013.

<http://fi.wikipedia.org/wiki/MIG/MAG-hitsaus>

Mison-suojakaasut. 2012. AGA. Viitattu: 3.5.2013.

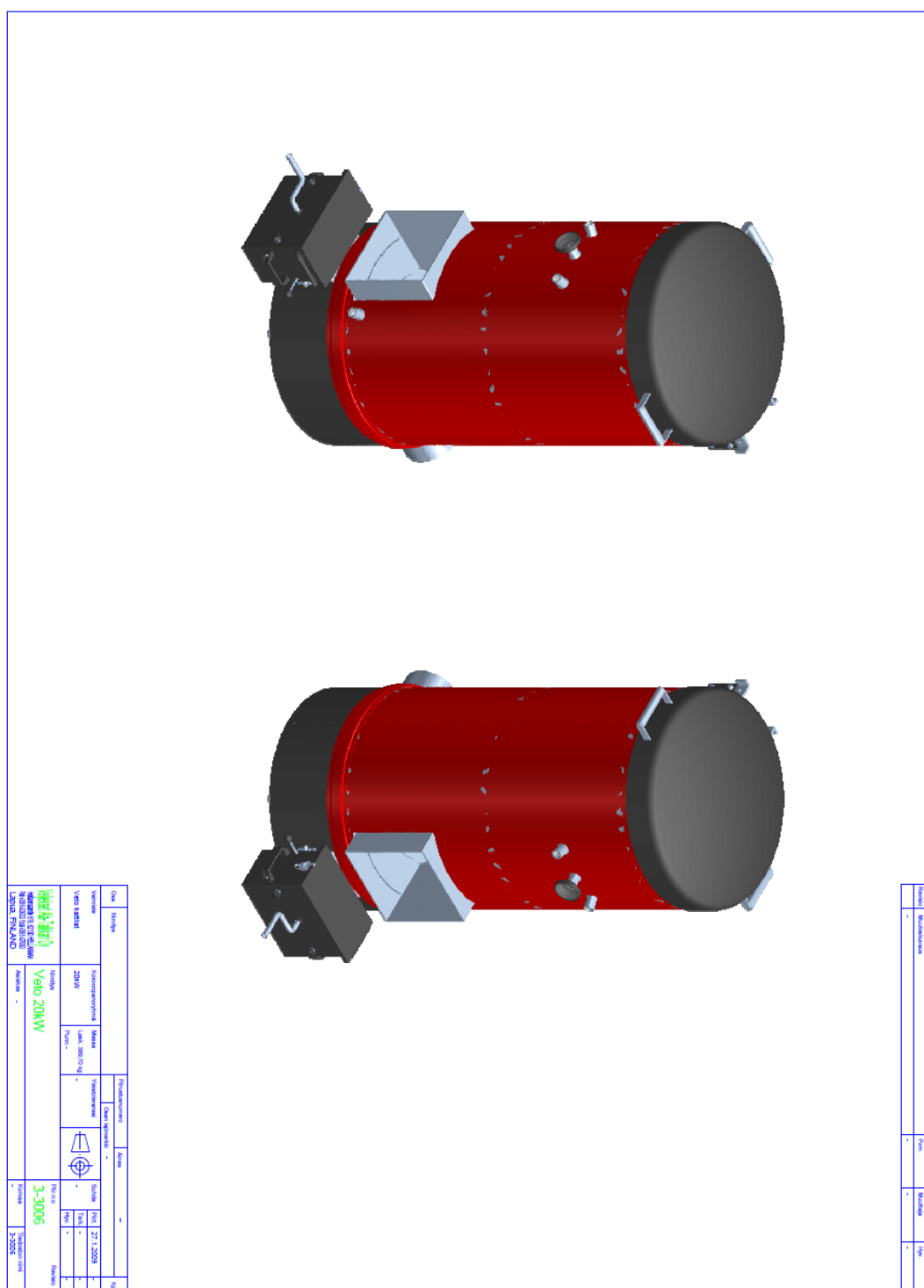
http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/mison_gases

Suomen standardisoimisliitto SFS r.y. 1989. SFS-käsikirja 13. Paineastiat, Mitoitus. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.

Suomen standardisoimisliitto SFS r.y. 1996. SFS-käsikirja 14. Paineastiat, Rakenneaineet. Helsinki. Kyriiri Oy.

Kuumavalssatut teräslevyt ja -kelat; Mitta- ja muototoleranssit. Taulukko 2. 2011. Ruukki. Viitattu 3.6.2013.

<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Terastuotteet/Kuumavalssatut-mitta-ja-muototoleranssit/Ruukki-Kuumavalssatut-ter%C3%A4slevyt-ja-kelat-mitta-ja-muototoleranssit.ashx>



Paineastian rakennesuunnitelma

PVM 19.3.2010
Laatija Anssi Vesiluoma

Yleistiedot

Paineastian nimi ja laitetunnus
Käyttötarkoitus
Valmistusnumerot
Valmistaja

Veto 30 / 3-3006
Kiinteistöjen lämmitys
Sarjavalmistus
Veljekset Ala-Talkkari Oy

Suunnittelutiedot

Tilavuus ja/tai teho
Suunnittelupaine
Suurin sallittu käyttöpaine
Koepaine
Suunnittelulämpötila
Korkein sall. sisällön lämpötila
Alin sall. sisällön lämpötila
Sisältö
Varmuuskertoimen korotus
Ohenemisvara tai suojapinnoitus

Yksikkö

m ³ , MW	0,052m ³ / 0,030
Mpa	0,15
bar	1,5
bar	2
°C	120
°C	110
°C	0
-	Vesi
%	11
mm	0,75

Valmistustiedot

Paineenalaisten osien rakenneaineet
Hitsauslisäaineet, hitsausmenetelmät
Muuta
Lisätietoja

s235jrg2 SK 4mm

Mison ultra 18, MIG-hitsaus

Liitokset tarkastetaan silmämääräisesti ja
tiiveys tarkistetaan painekokeen yhteydessä.
Laitte on valmistettu hyvä konepajakäytännön
mukaan (KTMP 953/99)